

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 415 178**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 02147**

---

(54) Elément de toiture en forme de tuile avec dispositif pour la captation d'énergie solaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). E 04 D 13/00; F 24 J 3/02; H 01 L 31/00.

(22) Date de dépôt ..... 19 janvier 1979, à 17 h 32 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demandes de brevets déposées en République Fédérale d'Allemagne le 21 janvier 1978, n. P 28 02 682.6, le 27 avril 1978, n. P 28 18 474.9 et demandes de brevets additionnels déposées le 24 novembre 1978, n. P 28 50 844.3 et le 1er décembre 1978, n. P 28 51 975.7 au nom de la demanderesse.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 33 du 17-8-1979.

(71) Déposant : KORZDORFER Ingeborg, épouse BAUER, résidant en République Fédérale d'Allemagne.

(72) Invention de : Heiner Bauer.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Pierre Nuss, Conseil en brevets.

---

La présente invention concerne un élément en forme de tuile de couverture comportant un dispositif pour la captation de l'énergie solaire, cet élément de toiture étant creux et pourvu d'une entrée et d'une sortie pour le passage à travers l'enceinte creuse 5 d'un fluide à échauffer.

De nombreuses propositions ont été faites pour l'exploitation de l'énergie solaire. Elles correspondent cependant à des constitutions trop coûteuses et pour la plupart, elles ne conviennent pas pour leur adaptation aux formes de construction, notamment du 10 point de vue architectural. Elles sont, en outre, sujettes à des incidents de fonctionnement qui nuisent à leur fiabilité.

C'est ainsi, par exemple, que dans le DE-A n° 2 309 307, il est prévu sous un toit couvert par des éléments de toiture, un système de tuyaux à travers lequel s'écoule de l'eau, destinée à être 15 échauffée par le rayonnement solaire. Cette disposition est cependant anti-économique, en raison des pertes de chaleur très élevées.

D'après le DE-A n° 2 529 095, on connaît un élément en forme de plaque, le cas échéant, en forme d'une tuile, du type mentionné plus haut. Cette plaque est pourvue d'un espace creux, à travers 20 lequel peut s'écouler le fluide à échauffer. La paroi qui, à l'état monté, forme la surface supérieure de l'élément est constituée en tôle, en vue d'absorber l'énergie solaire et de la transmettre au fluide qui traverse l'espace creux situé en-dessous. Cette disposition présente également un rendement thermique très mauvais, ce qui 25 la rend non économique, car la paroi de tôle supérieure renvoie en grande partie vers l'extérieur l'énergie captée, par exemple, dans le cas d'un vent qui la balaye. La circulation du fluide est produite ici comme circulation forcée au moyen d'une pompe, ce qui implique une pression déterminée dans le fluide. Mais cela nécessite 30 des garnitures d'étanchéité appropriées pour le passage du fluide d'un élément de couverture à l'autre. De telles garnitures d'étanchéité ne peuvent être fabriquées qu'avec une dépense qui n'est pas supportable économiquement. Elles sont d'ailleurs irréalisables, lorsqu'un tel élément de couverture est posé comme une tuile ordinaire, et doit, le cas échéant, pouvoir être échangé lors de travaux 35 de réparation. En outre, dans cette demande de brevet, il est prévu une liaison rigide entre les éléments en forme de plaque. Etant donné qu'en raison des différences de température, notamment dans le

cas d'emploi d'une tôle pour la paroi supérieure, les éléments sont soumis à des forces de dilatation et de contraction relativement considérables, de sorte que la liaison rigide entre les éléments n'est pas réalisable dans la pratique. Enfin, la constitution en 5 tôle de la paroi supérieure exposée à l'extérieur présente l'inconvénient que ce matériau est relativement rapidement endommagé par les intempéries, même de manière non apparente, ce qui nuit à son efficacité et à son aspect esthétique.

La présente invention a pour but de réaliser un élément de 10 toiture en forme de tuile du type mentionné plus haut, de constitution aussi simple que possible, et ainsi de fabrication peu coûteuse, telle que le fluide puisse traverser les éléments juxtaposés sans soulever de problèmes.

On doit obtenir un degré d'efficacité thermique aussi élevé 15 que possible et une possibilité d'adaptation aux formes architecturales usuelles avec un aspect de toit de tuiles. En outre, il doit être possible de mettre en place les éléments de toiture et leurs annexes, sans frais de transformation trop importants, après coup, sur des toitures déjà existantes. Enfin, l'échange d'éléments endommagés doit être possible à partir de l'extérieur, c'est-à-dire 20 comme dans le cas des tuiles classiques connues.

Dans ce but, l'invention est caractérisée en ce que la paroi de l'élément qui est au-dessus à l'état monté est prévue transparente sur au moins une partie de sa surface, tandis que la paroi inférieure à l'état monté de l'élément est constituée comme surface absorbante de chaleur, au moins sur une partie de la face tournée vers la paroi supérieure, par exemple, au moyen d'un revêtement sombre ou noir, les parties de paroi supérieure et inférieure étant disposées l'une au-dessus de l'autre, et en ce que les éléments, en 25 particulier leurs orifices d'entrée et de sortie sont constitués et disposés de telle manière que le fluide circule sans pression du haut vers le bas en chute libre, à travers les éléments, sur leur paroi absorbante et en sorte librement.

Un tel élément peut être réalisé avec des installations de 30 fabrication relativement simple et peu coûteuse et dans les formes usuelles des tuiles de couverture, par exemple, sous forme de tuile plate, de tuile à onglet, ou de tuile à onglet longitudinal, ou de tuiles canal.

L'énergie solaire qui traverse sans être générée, la paroi supérieure transparente de l'élément est accumulée dans la partie absorbante de la paroi inférieure et transmise par cette dernière au fluide qui s'écoule sur elle, par exemple, de l'eau. On atteint 5 ainsi un rendement thermique plusieurs fois supérieur à celui des éléments connus mentionnés plus haut. Les pertes de chaleur par rayonnement vers l'extérieur sont pratiquement nulles. Etant donné que le fluide est en contact direct avec la surface absorbante de chaleur de la paroi inférieure, une transmission directe de la ch- 10 leur au fluide est assurée. Etant donné que le fluide s'écoule, sous l'effet de son propre poids du haut vers le bas, à travers les éléments de toiture et de là, d'un élément dans l'autre, il n'est pas nécessaire de remplir complètement la cavité creuse de l'élément. Ce passage sans pression du fluide à travers les élé- 15 ments, supprime le problème mentionné de garnitures d'étanchéité qui sont indispensables dans le cas d'une circulation sous pression du fluide. Il faut encore tenir compte de ce que les éléments de toiture constitués en forme de tuile n'ont pas besoin, pour leur pose sur le toit, d'être reliés rigidement l'un à l'autre. Au con- 20 traire, ils peuvent être disposés de telle manière que, lors de variations de température, ils peuvent se déplacer l'un par rapport à l'autre.

Les éléments de toiture constitués conformément à l'invention peuvent de la manière usuelle, c'est-à-dire suivant les règles 25 du travail manuel, être posés sur le lattis de couverture habituel. Ils peuvent recouvrir alors la totalité de la surface du toit ou seulement une partie de celui-ci. Ils ne se distinguent pas des types de couverture courants. Il en résulte que l'invention est applicable également sur des maisons déjà existantes et notamment 30 sur de petites maisons. Plus particulièrement, l'invention permet que les éléments de toiture fabriqués conformément à elle soient ultérieurement individuellement ou en grand nombre, retirés d'un ensemble de ces éléments et remis en place, par exemple, dans le cas de réparations. Il en ressort l'avantage particulier des élé- 35 ments conformes à l'invention, résidant en ce qu'ils permettent effectivement l'écoulement sans pression du fluide, bien que, dans leur épaisseur et leur aspect extérieur, ils ressemblent aux autres

tuiles, leur épaisseur étant, par exemple, comprise entre 14 et 22 millimètres comme dans les tuiles connues. S'il était par contre nécessaire, lors de la pose ou de l'enlèvement d'un élément de toiture, de procéder chaque fois sur le toit à des travaux pour réaliser les raccords, la dépense de travail serait considérablement augmentée. Dans bien des cas, de tels travaux seraient même techniquement impossibles. Cela s'opposerait à des décisions d'équipement ultérieur de maisons existantes avec les éléments solaires. L'étanchéité d'une toiture constituée avec des éléments conformes à l'invention est assurée tout aussi bien qu'avec des tuiles normales.

Suivant une forme de réalisation préférée de l'invention, la partie transparente de la paroi supérieure est constituée par une cellule remplie d'air, qui est formée par deux parois transparentes superposées, disposées de préférence à une faible distance l'une de l'autre. On réalise ainsi une sorte de piège à rayons, de sorte qu'il est possible à des rayons solaires à courtes ondes de traverser les parois transparentes et d'être captés par la partie absorbante. Cependant, en sens inverse, le rayonnement thermique dans le domaine des grandes ondes est empêché de sortir à nouveau. En outre, cette double paroi, avec couche d'air interposée, réalise une isolation supplémentaire contre le rayonnement vers l'extérieur de la chaleur se trouvant dans l'enceinte comprise entre ces parois et la surface absorbante.

Les éléments de toiture conformes à l'invention peuvent être réalisés en n'importe quel matériau dur et résistant aux intempéries, par exemple, une matière synthétique ou également de l'aluminium. L'emploi d'un matériau moulé par coulée ou par injection est recommandé. Conformément à une autre caractéristique de l'invention, les éléments de toiture sont des tuiles en terre cuite. De telles tuiles peuvent être fabriquées dans des tuileries avec les installations existantes, et cela, avec leurs orifices d'entrée et de sortie prévus par l'invention. Ces tuiles s'adaptent dans leur matériau et dans leur aspect, et ainsi dans leur manipulation, aux tuiles déjà existantes. Un avantage particulier de l'invention réside également en ce que les propriétés physiques de l'argile et son comportement, confirmé par des centaines d'années d'utilisation, peuvent être conservées.

L'invention prévoit, en outre, que dans le cas d'une confor-

mation de l'élément de toiture en forme de tuile plate ou de tuile à canal, qui présente à l'état monté et de recouvrement dans la paroi supérieure, dans sa partie supérieure, deux ouvertures d'entrée pour le fluide; et, dans la paroi inférieure, dans sa partie 5 inférieure, deux ouvertures de sortie, auquel cas, chaque fois une ouverture d'entrée et une ouverture de sortie soient superposées dans la ligne de chute de l'élément de toiture, cette ligne de chute se trouvant dans le milieu entre les bords latéraux longitudinaux et l'axe longitudinal moyen de l'élément. Par cette disposition, on obtient, avec les éléments de toiture dans les formes mentionnées, en conservant les avantages de l'invention indiqués, que 10 le fluide se répartit très uniformément sur la totalité de la surface recouverte, le fluide d'un élément se répandant à partir du haut, triangulairement vers le bas, ces triangles de fluide des 15 éléments individuels se recouvrant entre eux.

En vue, avec des éléments de toiture qui ont la forme d'une tuile à onglet, d'une tuile ondulée, d'une tuile à emboîtement, ou analogue, d'assurer non seulement simplement l'écoulement sans pression du fluide d'un élément vers l'élément suivant, mais également de réaliser un mode de construction simple, l'invention prévoit, 20 en outre, que la cavité creuse de l'élément de toiture est en communication avec une ouverture d'entrée de l'extrémité supérieure de l'élément, un orifice de captage étant prévu pour le fluide s'écoulant de l'élément situé au-dessus, relié à l'ouverture d'entrée du 25 fluide, l'élément présentant, dans son extrémité inférieure une ouverture de sortie qui, à l'état monté et de recouvrement des éléments, se trouve au-dessus de l'orifice de captage de l'élément suivant, situé en dessous. L'orifice de captage est constitué de préférence par une pièce spéciale pouvant être insérée dans l'élément 30 de toiture.

Comme mentionné plus haut, on choisit pour l'ouverture d'entrée et l'ouverture de sortie, une constitution très simple et très avantageuse dans la pratique de fabrication et de pose, telle que ces ouvertures se trouvent l'une au-dessus de l'autre. Le cas 35 échéant, ces ouvertures peuvent également s'interpénétrer. Avec une telle conformation, la chute libre du fluide d'un élément de toiture vers le suivant est assurée de manière particulièrement simple et

sûre. Il en est également ainsi pour les éléments de l'invention en forme de tuiles plates ou tuiles similaires.

Dans une forme de réalisation particulièrement avantageuse de l'invention, sont également prévus, en plus de l'échauffement de fluide, c'est-à-dire en combinaison, des éléments électriques dans les éléments de toiture, pour transformer la chaleur ou la lumière solaire en énergie électrique. Des cellules solaires électriques sont connues en soi. Elles présentent cependant l'inconvénient que leur efficacité et leur rendement décroissent rapidement avec une température croissante. Dans la combinaison conforme à l'invention, de telles cellules électriques ou éléments avec un fluide traversant les éléments de toiture, le fluide peut être prévu directement ou indirectement pour le refroidissement de ces éléments électriques, pour accroître ainsi considérablement leur rendement.

Le refroidissement des éléments électriques peut également avoir lieu au moyen de l'eau froide d'une pompe de chaleur, dans la mesure où l'installation alimentée par les éléments de toiture comporte une pompe de chaleur. La combinaison de l'échauffement du fluide et de la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique, dans un seul et même élément de toiture, présente, en outre, l'avantage de la production propre et autonome de courant électrique et de chaleur pour l'alimentation d'énergie et le chauffage d'un immeuble, ou analogue. On est ainsi indépendant d'une alimentation de courant extérieure, ce qui, par exemple, en cas de catastrophe ou dans des régions sans alimentation d'électricité, est d'importance primordiale.

La description ci-après, se rapporte à des exemples de réalisation non limitatifs de l'invention avec référence aux dessins joints, dans lesquels :

- 30 la figure 1 est une vue en perspective d'une surface partielle d'une toiture constituée conformément à l'invention ;  
la figure 2 est une vue également en perspective intérieure d'une toiture avec éléments de toiture constitués et disposés conformément à l'invention ;
- 35 la figure 3 est une vue en coupe longitudinale par A-B de la figure 1 ;  
la figure 4 est une vue en coupe longitudinale à plus grande échelle.

le, conforme à la figure 3, mais en représentation partielle, d'un autre exemple de réalisation de l'invention ;

les figures 5 et 6 montrent des possibilités de réalisation de l'invention avec d'autres types de tuiles ;

5 la figure 7 est une vue en plan d'un premier exemple de l'invention ; la figure 8 est une vue en coupe par C-D de la figure 1 ;

la figure 9 montre une variante de l'élément suivant les figures 7 et 8 ;

la figure 10 montre une partie d'un ensemble d'éléments conformes

10 aux figures 7 à 9 ;

la figure 11 est une vue en plan d'un autre exemple de l'invention ;

la figure 12 est une vue par le dessous de la figure 11 ;

la figure 13 est une vue en coupe par E-F de la figure 11 ;

la figure 14 est une vue en élévation frontale suivant la flèche G 15 de la figure 13, sans dispositif de captage ;

la figure 15 est une vue en coupe par H-I de la figure 16, d'une variante de réalisation de l'invention du dispositif de captage

correspondant à l'exemple des figures 12 à 14 ;

la figure 16 est une vue en plan de la figure 15, et

20 les figures 17 à 19 montrent d'autres exemples de réalisation concernant la combinaison avec des éléments électriques dans une installation appropriée.

Les éléments de couverture de toit sont réalisés, dans les exemples de réalisation des figures 1 à 4, sous la forme de tuiles plates 1 posées comme des tuiles usuelles sur le lattis 2 d'une charpente de toit 3. Ces éléments sont déplaçables l'un par rapport à l'autre pour pouvoir compenser les dilatations thermiques.

Les éléments de toiture conformes à l'invention peuvent recouvrir soit la surface totale du toit, soit seulement une partie 30 de celle-ci. C'est ce dernier cas qui est représenté au dessin. La conduite commune 4 d'aménée du fluide froid, par exemple, de l'eau, est reliée, par des conduites individuelles 5, avec chaque fois une ouverture 6 ou un raccord d'entrée, non représenté, au bord supérieur frontal de l'élément de toiture se trouvant le plus haut. Le 35 fluide s'écoule à travers la cavité 7 de cet élément, à travers un tourillon creux 8, dans l'ouverture d'entrée 17 de la paroi supérieure de l'élément voisin inférieur, et, de là, dans la cavité 7

de cet élément, jusqu'à ce que finalement, il parvienne, hors du tourillon creux 8 de l'élément le plus bas de cette rangée, dans une conduite d'évacuation 9, qui l'amène dans la conduite collectrice commune 10, qui conduit à un accumulateur de chaleur. Ce dernier peut être une chaudière, un circuit de chauffage, un accumulateur d'énergie, une pompe de chaleur, ou analogues. L'amenée du liquide froid à la conduite 4 est assurée par une pompe. Dans les conduites 5, 9 et dans les cavités des éléments de toiture, le liquide s'écoule, par contre, par simple gravité, sans pression.

10 La paroi supérieure 11, ou une partie de celle-ci, de chaque élément de toiture est transparente, par exemple, en verre. La paroi inférieure 12 de chaque élément est, sur sa face tournée vers la paroi supérieure, au moins au-dessous de la partie transparente de cette paroi 11, pourvue d'un dispositif absorbant ou couche 15 absorbante de chaleur 13, par exemple, en aluminium noirci, qui collecte la chaleur du rayonnement solaire. Le fluide provenant du tuyau d'eau froide 4 s'écoule alors, sous forme d'une couche mince ou film sur les couches absorbantes 13 et parvient à l'état chaud dans la conduite collectrice d'eau chaude 10.

20 Dans l'exemple de la figure 3, la paroi supérieure transparente 11 est constituée par une seule couche qui peut être constituée en matériau particulièrement isolant ou en verre avec inclusions d'air. D'après la figure 4, la forme de réalisation particulière représentée comporte une paroi inférieure à deux feuilles 11a 25 et 11b séparées entre elles par une faible distance c. L'espace 14 compris entre les deux feuilles transparentes ou vitres 11a, 11b isole particulièrement bien la cavité intérieure 7 de l'élément par rapport à l'extérieur.

Les éléments de toiture de tous les exemples de réalisation 30 de l'invention sont constitués, de préférence par des tuiles en terre cuite. Les parois transparentes 11, 11a, 11b sont alors montées sur les parois latérales 15 de l'élément.

En vue d'économie de prix de revient, il est recommandé (voir figure 1) de constituer seulement la partie libre visible de 35 la paroi supérieure comme surface transparente et de pourvoir seulement la portion de paroi inférieure correspondante d'une couche absorbante, mais non pas les parties de l'élément destinées à être

recouvertes par l'élément de toiture supérieur suivant.

Comme mentionné, le fluide est de préférence de l'eau, mais on pourrait adopter un autre fluide en cas de besoin. Par une régulation de la quantité d'eau apportée par la pompe à travers la 5 conduite 4 par unité de temps, il est possible de régler la quantité de liquide qui s'écoule par unité de temps sur la surface des couches absorbantes de chaleur, et de l'adapter aux températures extérieures et à l'importance du rayonnement solaire.

Les tourillons creux 8 sont engagés dans les ouvertures 10 d'entrée 17 en forme de fentes ou d'évidements, qui sont d'une dimension supérieure à celle du tourillon, et peuvent avoir, par exemple, la forme de pentes allongées qui permettent un déplacement relatif des éléments superposés vers le haut et vers le côté. Le poids propre des éléments de toiture superposés assure, notamment 15 dans le cas de tuiles en terre cuite, une étanchéité parfaite de la couverture, dans laquelle cependant, les éléments disposent entre eux d'un certain jeu de mobilité.

Le principe de l'invention décrit et représenté ci-dessus avec exemple d'éléments de toiture en forme de tuiles plates est 20 évidemment applicable, de la même manière à d'autres formes d'éléments. C'est ainsi, que la figure 5 montre des éléments en forme de tuiles canal 18 et 19. Les parois simples 11 ou doubles 11a, 11b réalisent un recouvrement transparent de l'espace creux 7. Une couche noire absorbante 13 est prévue sur la paroi inférieure.

25 La figure 6 montre schématiquement une tuile à onglet 20 avec couche absorbante 13 et une paroi transparente 11, ou 11a, 11b, qui est engagée dans l'onglet. Cette paroi peut également être prévue simple ou double. L'espace creux de l'élément est également désigné par 7. Tous ces exemples présentent les mêmes avantages et 30 caractéristiques que ceux des figures 1 à 4.

L'effet optique d'aspect de cet élément de toiture conforme à l'invention est sensiblement le même que celui de tuiles normales. Les parties transparentes des éléments sont en réalité un peu plus claires que les autres parties non transparentes. Cependant, 35 elles ont un aspect moins marqué que des tuiles en verre ordinaires, car la surface sombre de la paroi absorbante apparaît à travers.

Les exemples des figures 7 à 10 concernent des éléments de

toiture conformes à l'invention, ayant la forme de tuiles plates. Ces caractéristiques s'appliqueraient également à des éléments en forme de tuiles canal, non représentés.

Les éléments de toiture, désignés ici également par la référence 1, sont, comme dans l'exemple des figures 1 à 3, posés au moyen de leur crochet 1' (figure 8), de manière usuelle sur les lattes de la charpente. À travers la partie transparente de la paroi supérieure 11 de l'élément mis en place, la lumière solaire pénètre et tombe sur la couche absorbante 13 prévue sur la paroi inférieure 12 de l'élément et échauffe celle-ci. Le fluide, par exemple, de l'eau, s'écoule en chute libre, sans pression, dans la direction indiquée par la flèche médiane, à partir d'une ou plusieurs ouvertures d'entrée des éléments, jusqu'à une ou plusieurs ouvertures de sortie.

15 Symétriquement par rapport à l'axe longitudinal médian 21 de l'élément sont prévues, dans sa paroi supérieure, deux ouvertures d'entrée 22, et, dans sa paroi inférieure, deux ouvertures de sortie 23 vers l'élément situé en dessous. De cette manière, il existe toujours une ouverture d'entrée 22 et une ouverture de sortie 23 alignées sur une même ligne de chute 24. La distance  $a$  entre chaque ligne de chute 24 et le bord longitudinal 25 de l'élément est égale à la distance  $b$  entre la ligne de chute 24 et l'axe longitudinal médian de l'élément. De cette manière, lors d'une mise en place de tels éléments en forme de tuiles plates conformément à la 20 figure 7, une ouverture de sortie 23 est toujours alignée avec une ouverture d'entrée 22 de l'élément situé en dessous, les éléments étant décalés latéralement d'une demi-largeur vers la droite et vers la gauche dans les rangées successives.

En outre, le fluide se répand à partir de l'élément 1 situé 30 le plus haut dans la figure 7 sous une forme triangulaire sur les deux éléments 1" situés en dessous et, de là, de même sur les éléments 1'", etc.

Dans un but de simplification, il n'a été représenté que 35 six éléments de toiture. Mais dans chaque rangée, près des éléments 1, 1" et 1'" représentés dans la figure 10, sont prévus d'autres éléments analogues d'où le fluide s'écoule également en forme de triangle vers le bas. Ces courants de fluide se recoupent entre eux,

de sorte que la totalité de la surface de toit servant à la captation et à la conversion de l'énergie solaire est parcourue par un courant ou un film uniforme d'eau.

Il est recommandé de prévoir que le diamètre des ouvertures de sortie 23 est un peu plus faible que celui des ouvertures d'entrée, de telle sorte que, même dans le cas d'un déplacement de décalage des éléments, ces ouvertures sont encore suffisamment alignées. Au lieu de deux entrées séparées 22, il est également possible de prévoir une rigole d'entrée continue 22<sup>1</sup> conformément à l'exemple de la figure 9. Il est évident que, vues dans la ligne de chute de liquide des éléments, les ouvertures d'entrée et de sortie 22, 22<sup>1</sup> et 23 sont disposées de telle sorte que les éléments de toiture, une fois mis en place, se recouvrent mutuellement d'une quantité telle que les ouvertures 22, 22<sup>1</sup> et 23 soient alignées l'une au-dessus de l'autre.

Dans l'exemple des figures 7 et 8, les ouvertures d'entrée 22 sont formées par deux entailles 28, dans la partie de paroi supérieure 11, transparente, par exemple, en matière synthétique ou en verre. Au lieu de cela, on pourrait également prévoir que, dans le domaine de l'élément de toiture qui est recouvert par l'élément supérieur, se trouve, au lieu de la partie transparente, un revêtement en carton bitumé désigné en traits mixtes par la référence 26 dans la figure 10. Dans ce revêtement en carton bitumé sont découpées les ouvertures d'entrée 22 et 22<sup>1</sup>. Ce revêtement s'applique dans la couverture terminée sur la surface des éléments supérieurs et assure une étanchéité supplémentaire. Plus particulièrement, l'étanchéité est assurée dans la fente d'about entre les deux éléments. Un tourillon dans l'ouverture de sortie 23 peut être constitué en une seule pièce avec l'élément constitué de préférence en terre cuite. Les tourillons des éléments de la rangée la plus basse sont prévus un peu plus longs que ceux des éléments des autres rangées.

Il serait également possible d'insérer ou de coller, dans des perçages correspondants de la paroi inférieure des éléments de toiture, un tourillon creux en matière synthétique qui constitue l'ouverture de sortie 23. Les rigoles 27 sont prévues dans les éléments de toiture se trouvant dans la rangée la plus haute et elles

servent au montage des conduites d'aménée de liquide.

Dans l'exemple des figures 11 à 16 est représenté un élément de toiture en forme de tuile ondulée, et de tuile à onglet. Les éléments de toiture se trouvent alors superposés directement 5 dans la ligne de chute du liquide et ne sont donc pas décalés latéralement comme dans l'exemple précédent. L'un des bords longitudinaux 29 d'un élément de toiture est alors engagé dans des évidements de l'autre bord longitudinal 30 de l'élément de toiture voisin. En outre, le bord frontal 31 inférieur d'un élément est engagé 10 dans des évidements du bord frontal supérieur 32 de l'élément inférieur voisin. Dans la coupe de la figure 13 sont représentées en 11 la partie transparente et en 12 la couche absorbante. La flèche indique à nouveau chaque fois la ligne de chute du fluide, par exemple, de l'eau, qui, dans cet exemple, s'écoule également 15 sans pression en chute libre, à travers l'espace creux 33 des éléments de toiture. L'ouverture d'entrée 34 vers l'espace intérieur 33 est formée par un perçage 34<sup>1</sup>, qui se trouve dans une paroi relativement mince, et un canal 35 ouvert vers le bas, la relie au bord frontal supérieur 32. Dans ce canal 35 et à travers le perçage 34<sup>1</sup> peut être enfiché un organe capteur 36, qui comprend un récipient collecteur 37 en forme de coupe, dont l'intérieur 38 est en liaison avec l'alésage 39 d'un raccord 40. Tandis que l'espace creux 33 et le canal 35 peuvent être formés ensemble par pressage d'une tuile en argile, il est nécessaire de procéder au perçage 20 de l'alésage 34<sup>1</sup>. Le raccord 40 est dimensionné de telle manière qu'il puisse être monté dans le canal 35 et enfiché à travers l'alésage 34<sup>1</sup> (figures 15 et 16). Le dispositif capteur 36 est, en outre, pourvu d'une griffe supérieure 41, qui dans la position insérée, est engagée par-dessus le bord frontal de l'élément (figures 25 11 et 15). En outre, dans la variante conforme aux figures 14, 15, le dispositif capteur enfiché dans les éléments de toiture de la rangée supérieure est pourvu, sur sa partie de pourtour supérieure, d'une encoche 42, dans laquelle peut être monté un tuyau d'aménée 30 de l'installation d'eau.

35 Le domaine de l'espace intérieur 33 qui se trouve en bas est pourvu, dans la paroi inférieure de l'élément, de l'ouverture de sortie 43. La position de ces ouvertures de sortie 43 et des organes

capteurs 36 est choisie de telle manière qu'en service, c'est-à-dire avec la couverture ainsi formée, l'ouverture de sortie 43 de l'élément se trouvant chaque fois plus haut, se trouve au-dessus de l'organe capteur 36 de l'élément de toiture situé en dessous, 5 de sorte qu'avec une constitution conforme à l'invention, de l'élément de toiture, on obtient une possibilité simple de pose, à partir de l'extérieur, telle que le fluide peut parvenir en chute libre d'un élément dans l'autre. Ici également, il est recommandé de choisir l'ouverture 43 plus petite que l'ouverture de sortie du dispositif 36. Il suffit de constituer l'ouverture de sortie 43 comme 10 un perçage dans la paroi inférieure 12. Dans chaque élément de toiture, le capteur 36 et l'ouverture de sortie 43 se trouvent sur une ligne de chute, et, dans l'exemple représenté, sensiblement au milieu de l'élément de toiture. Il serait également possible de prévoir, pour chaque élément, deux capteurs et deux ouvertures de sortie, auquel cas un capteur et une ouverture de sortie se trouvent 15 sur une même ligne de chute.

Dans cet élément de toiture également, on retrouve les avantages déjà mentionnés de l'invention. L'élément peut, en outre, 20 être suspendu librement entre les lattes, sans revêtement et être ainsi facile à isoler de par le bas. On évite ainsi les rayonnements de chaleur vers le bas et le rendement est augmenté d'autant.

Dans tous les exemples de réalisation mentionnés ci-dessus, 25 les ouvertures de sortie peuvent être prévues sur les bords inférieurs de l'élément, de telle sorte qu'il n'existe aucun espace mort à l'intérieur de l'élément, dans lequel le fluide pourrait rester, et, dans le cas d'emploi d'eau, risquerait, par la gelée, de faire éclater l'élément. Etant donné que les éléments de toiture ne sont pas étanchés dans leur contact réciproque, il ne peut pas 30 se produire une explosion par surchauffe du fluide, comme dans le cas de fluide sous pression.

L'élément de toiture peut, en outre, être pourvu d'éléments électriques pour la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique. Un tel exemple est représenté dans la figure 17, qui 35 montre une disposition d'éléments de toiture dans laquelle le fluide, par exemple de l'eau, 49, tombe en chute libre, en étant échauffé par l'énergie solaire. Conformément à la figure 17, la paroi supé-

rieure 46 de l'élément, ou une partie de celle-ci, est pourvue de deux feuilles transparentes superposées 11a, 11b. Entre elles, se trouve un élément producteur de courant 45, par exemple, une cellule à couche mince en matériaux CdS ou CuS, ou analogues. Les 5 parties 11a, 11b et 45 peuvent être disposées dans des épaulements 44 de la paroi de pourtour intérieure 47. Une conduite d'aménée ou de départ pour l'élément électrique 45 est désignée par 48. Ici est à nouveau prévue, sur la paroi inférieure 12 de l'élément de toiture, une couche absorbante 13, sur laquelle s'écoule le fluide.

10 Le fluide refroidit ici indirectement, par rayonnement de froid et par évaporation, les éléments électriques 45. La chaleur rayonnée vers le bas, à partir de l'élément de toiture peut être collectée dans des canaux d'air 65, et amenée à une pompe de chaleur, non représentée.

15 Le refroidissement de l'élément électrique par le fluide pourrait également être réalisé directement, comme représenté schématiquement dans la figure 19. L'élément électrique 45' se trouve ici dans une chambre ou un canal 47' d'une tuile canal 19' ou 18'. Les canaux ou chambres 47' sont parcourus par le fluide, de sorte 20 qu'est produit un refroidissement direct de l'élément électrique 45'. On pourrait également, au lieu de faire écouler le fluide à travers une partie des éléments de toiture d'une installation, faire écouler l'eau froide d'une pompe de chaleur, dans le cas où l'installation comprend une telle pompe. L'exemple de la figure 19 montre 25 également que la combinaison conforme à l'invention d'éléments producteurs de courant et d'un fluide à échauffer peut être prévue dans d'autres types de tuiles. Les éléments sont alors isolés électriquement contre le fluide.

Dans la figure 18 est représenté l'exemple de réalisation 30 d'une installation dans laquelle, avec des revêtements de toit conformes à l'invention, le rayonnement solaire indiqué par la flèche peut être converti en courant électrique, et servir en même temps à l'échauffement d'un fluide, par exemple, l'eau. Des éléments de toiture de constitution appropriée, par exemple, ceux de l'exemple 35 de la figure 17, sont rassemblés en un groupe, à partir duquel, par la conduite 51, l'eau échauffée arrive dans un accumulateur (chauffe-eau) 52 et est amenée, par la conduite 68, au côté supérieur du groupe 50. Avec la référence 55 sont désignés des récipients de

compensation. L'eau d'utilisation 56 échauffée dans le chauffe-eau 56 est amenée aux robinets par la conduite 57. En 58 est prévu un échauffement supplémentaire de l'eau chaude. L'arrivée froide dans le chauffe-eau 52 est désignée par 59, et l'échangeur de chaleur, 5 qui se trouve à l'intérieur, pour le fluide échauffé par les éléments de toiture, est désigné par 60.

Le courant produit par les éléments de toiture est amené, par les canalisations en pointillé (par exemple 61) aussi bien au moteur de la pompe 53, qu'également à un accumulateur 62, qui est 10 à disposition comme source de secours ou de remplacement. A partir de la batterie, une canalisation 63 part vers un thermoplongeur 64, qui peut contribuer au chauffage de l'eau de consommation 56. Des canalisations électriques de retour sont bien entendu prévues, mais non représentées.

15       Avec une telle installation, on est dans certaines limites, indépendant du réseau de courant local, car, pour la marche de l'installation, ici avant tout de la pompe de circulation d'eau, on dispose de l'accumulateur. Dans le cas de beaucoup de rayonnement solaire, on peut, après recharge de l'accumulateur 63, utiliser 20 l'énergie produite pour d'autres buts, par exemple, pour l'échauffement du chauffe-eau 52 au moyen de l'échangeur 64.

Les caractéristiques décrites en regard d'un exemple de réalisation peuvent bien entendu également être prévues dans d'autres exemples de réalisation, dans la mesure où elles peuvent y être 25 utilisées.

## - R E V E N D I C A T I O N S -

1. Elément de toiture en forme de tuile avec dispositif pour la captation d'énergie solaire, cet élément étant de forme creuse et pourvu d'une entrée et d'une sortie pour la traversée d'un fluide à 5 échauffer, caractérisé en ce que la paroi supérieure à l'état monté de l'élément est transparente au moins sur une partie de sa surface, et ce que la paroi inférieure est constituée, au moins sur une partie de sa surface tournée vers la paroi supérieure, comme absorbeur de chaleur, par exemple, avec un revêtement foncé ou noir, les parties de paroi transparentes et absorbantes de chaleur étant superposées, et en ce que les éléments de toiture, en particulier leurs ouvertures d'entrée et de sortie, ainsi qu'éventuellement des dispositifs auxiliaires, sont disposés de telle manière que le fluide peut s'écouler sans pression, et chute libre, du haut en bas dans 15 les éléments, les traverser et en sortir sur les parties absorbantes.

2. Elément suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi supérieure transparente ou les parties de celle-ci sont formées comme une cellule remplie d'air de faible épaisseur, qui est constituée par deux parois transparentes superposées.

20 3. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la paroi supérieure transparente est reliée rigidement aux parois latérales de l'élément, en particulier dans le cas où l'élément est en forme de tuile plate.

4. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 25 3, caractérisé en ce que dans le cas d'éléments en forme de tuiles canal, il est prévu entre les bords supérieurs des tuiles creuses, une paroi transparente, sur laquelle s'appuie l'élément convexe, la surface de l'élément concave tournée vers le haut étant pourvue de la couche absorbante.

30 5. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lorsque l'élément de toiture est en forme de tuile à onglet, ondulée, à emboîtement, ou analogue, une paroi transparente ou partie de paroi transparente s'appuie dans l'onglet en formant une chambre intermédiaire, et la face tournée vers le haut de l'élément est pourvue de la couche absorbante.

35 6. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il se compose d'un matériau dur, et résis-

tant aux intempéries, en particulier, moulable par coulée ou par injection, par exemple, une matière synthétique.

7. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est constitué par une tuile de couverture en terre cuite.

8. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les éléments sont constitués et superposés de telle manière qu'ils puissent se déplacer de la manière usuelle vers le haut et vers le côté relativement entre eux, et en ce qu'une 10 évacuation, par exemple, un tourillon creux de l'élément situé au-dessus s'engage dans une ouverture d'entrée plus grande, par exemple, en forme de fente de l'élément situé en dessous, ou est au-dessus de cette entrée, de sorte que cette évacuation est reliée avec l'espace intérieur de l'autre élément de toiture.

15 9. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la paroi supérieure transparente est constituée comme isolant de la chaleur, par exemple, en verre avec bulles d'air incorporées.

10. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 20 9, caractérisé en ce qu'à partir d'un tuyau à eau froide commun, partent des conduites de raccordement vers les ouvertures d'entrée ou raccords de chacun des éléments de toiture situés le plus haut dans une rangée verticale d'éléments, et en ce que l'écoulement du liquide est assuré par des conduites à partir d'une ouverture de 25 sortie, par exemple, un tourillon creux de l'élément le plus inférieur de la rangée d'éléments, vers un tuyau commun collecteur d'eau.

11. Elément suivant la revendication 10, caractérisé en ce que les conduites d'aménée et d'évacuation sont montées sur la 30 charpente de toit et reliées de manière amovible à chaque élément de toiture.

12. Elément suivant la revendication 10, caractérisé en ce que l'élément situé le plus haut dans la rangée verticale présente, dans le domaine de son bord supérieur, l'ouverture d'aménée d'eau 35 ou un raccord correspondant, et s'étend, de là, hors de l'espace intérieur jusqu'à son ouverture de sortie prévue au voisinage de son bord inférieur.

13. Elément suivant l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que vus dans la ligne de chute des éléments superposés, le second élément et les éléments suivants, présentent l'ouverture d'entrée dans leur paroi supérieure, et l'ouverture de 5 sortie dans leur paroi inférieure, l'espace intérieur s'étendant entre elles.

14. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que dans le cas d'éléments en forme de tuiles plates ou de tuiles canal, la paroi se trouvant en haut est pourvue 10 de deux ouvertures d'entrée pour le fluide dans sa partie supérieure, et la paroi inférieure présente deux ouvertures de sortie dans sa partie inférieure, chaque ouverture d'entrée et chacue ouverture de sortie se trouvant superposées dans une ligne de chute de l'élément, cette ligne de chute se trouvant au milieu entre les bords latéraux 15 et l'axe longitudinal médian de l'élément.

15. Elément suivant la revendication 14, caractérisé en ce que les ouvertures de sortie sont plus petites que les ouvertures d'entrée.

16. Elément suivant l'une quelconque des revendications 14 20 et 15, caractérisé en ce qu'au lieu de deux ouvertures d'entrée, il est prévu une rigole d'entrée continue horizontale.

17. Elément suivant l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que les ouvertures d'entrée sont formées par des entailles de la partie de paroi supérieure transparente.

25 18. Elément suivant l'une quelconque des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que la portion de paroi supérieure transparente ne s'étend vers le haut que jusqu'à l'endroit où, dans le jeu d'éléments de toiture superposés, l'élément situé au-dessus commence, et, en ce qu'à partir de cet emplacement, jusqu'à au moins 30 les ouvertures d'entrée ou rigoles, est prévue une bande de carton bitumé, qui s'étend dans le prolongement du bord supérieur transparent, les ouvertures d'entrée ou la rigole se trouvant dans cette bande.

35 19. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que dans le cas d'élément en forme de tuile à onglet, ondulée, à emboîtement, ou analogue, l'espace creux de l'élément est en communication avec une ouverture d'entrée de l'extrême supérieure de l'élément inférieur, en ce qu'un dispositif

de captage pour le fluide qui s'écoule de l'élément situé plus haut est prévu, relié à l'ouverture d'entrée pour y introduire le fluide, et en ce que l'élément de toiture présente dans le domaine de son extrémité inférieure, une ouverture de sortie qui, à l'état 5 monté, se trouve au-dessus de l'organe capteur de l'élément suivant situé plus bas.

20. Elément suivant la revendication 19, caractérisé en ce que le capteur a la forme d'une cuvette ou d'une cuiller avec un raccord creux pouvant être enfiché dans l'ouverture d'entrée ainsi 10 que dans un canal ouvert vers le bas s'étendant à partir de l'ouverture d'entrée vers le bord frontal supérieur de l'élément.

21. Elément suivant l'une quelconque des revendications 19 et 20, caractérisé en ce que le capteur présente, pour l'élément situé le plus haut dans l'ensemble d'éléments, un évidement pour 15 l'insertion d'une conduite tubulaire.

22. Elément suivant l'une quelconque des revendications 19 à 21, caractérisé en ce que le capteur et l'ouverture de sortie se trouvent sur une ligne de chute de l'élément, notamment suivant son axe longitudinal médian.

20 23. Elément suivant l'une quelconque des revendications 19 à 22, caractérisé en ce que comme ouverture de sortie, il est prévu un perçage dans la paroi inférieure de l'élément.

24. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que des éléments supplémentaires sont prévus 25 pour la conversion de la chaleur solaire rayonnée ou de la lumière solaire, en énergie électrique, ces éléments pouvant être connectés ensemble électriquement en un groupe.

25. Elément suivant la revendication 24, caractérisé en ce que les éléments électriques sont refroidis directement ou indirec- 30 tement par le fluide.

26. Elément suivant la revendication 24, caractérisé en ce que les éléments électriques sont refroidis directement ou indirec- tement par l'eau froide d'une pompe de chaleur d'une installation qui est alimentée en chaleur à partir des éléments de toiture.

35 27. Elément suivant l'une quelconque des revendications 24 à 26, caractérisé par une isolation des éléments électriques par rapport au fluide.

28. Elément suivant l'une quelconque des revendications 24 à 27, caractérisé en ce que les éléments électriques se trouvent dans des chambres ou canaux qui sont traversés directement par le fluide ou l'eau froide.

5 29. Elément suivant l'une quelconque des revendications 1 à 28, caractérisé en ce que les éléments électriques producteurs de courant et l'échauffement du fluide sont combinés avec l'alimentation en énergie d'un immeuble ou d'une installation d'immeuble.

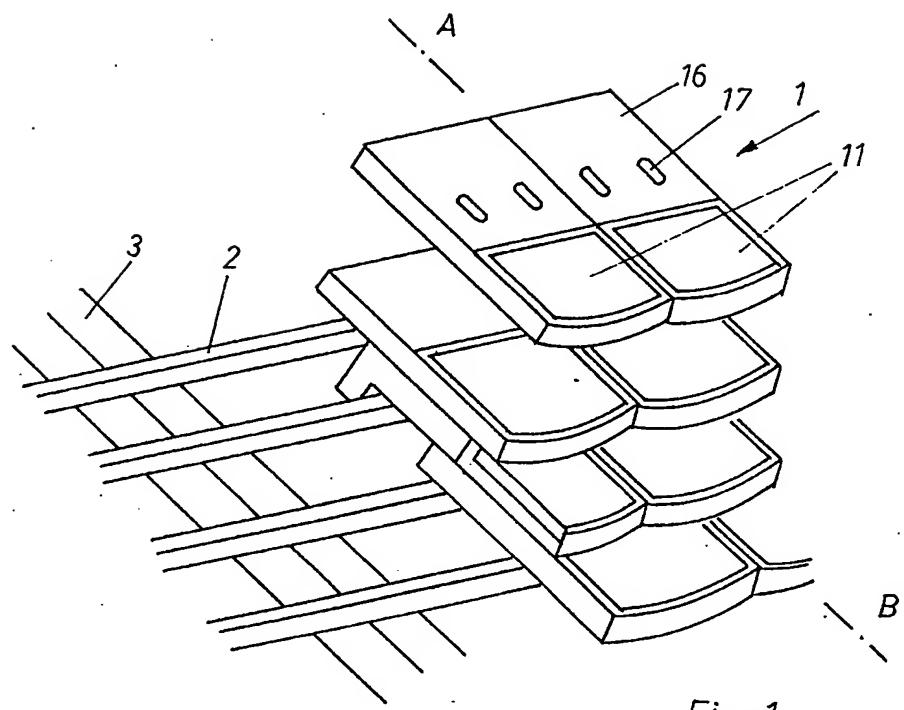


Fig. 1

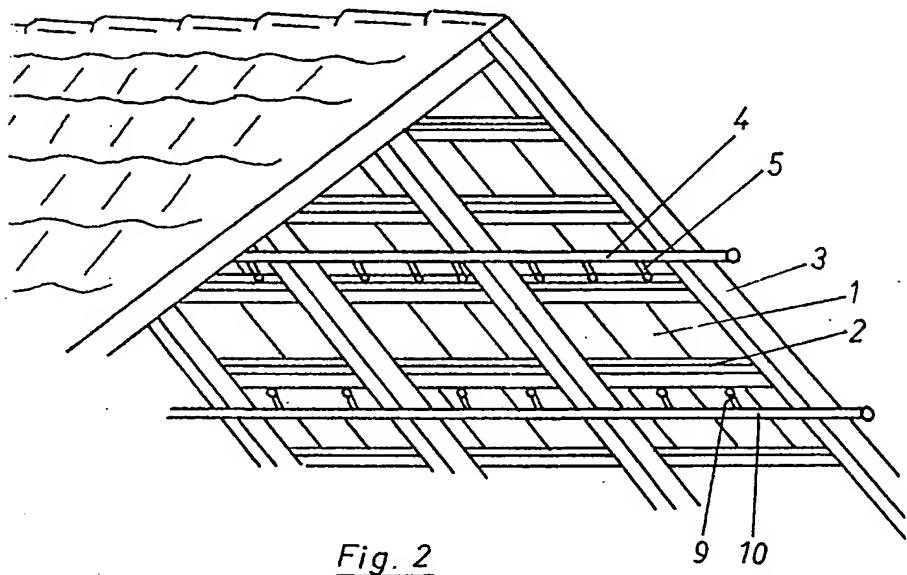
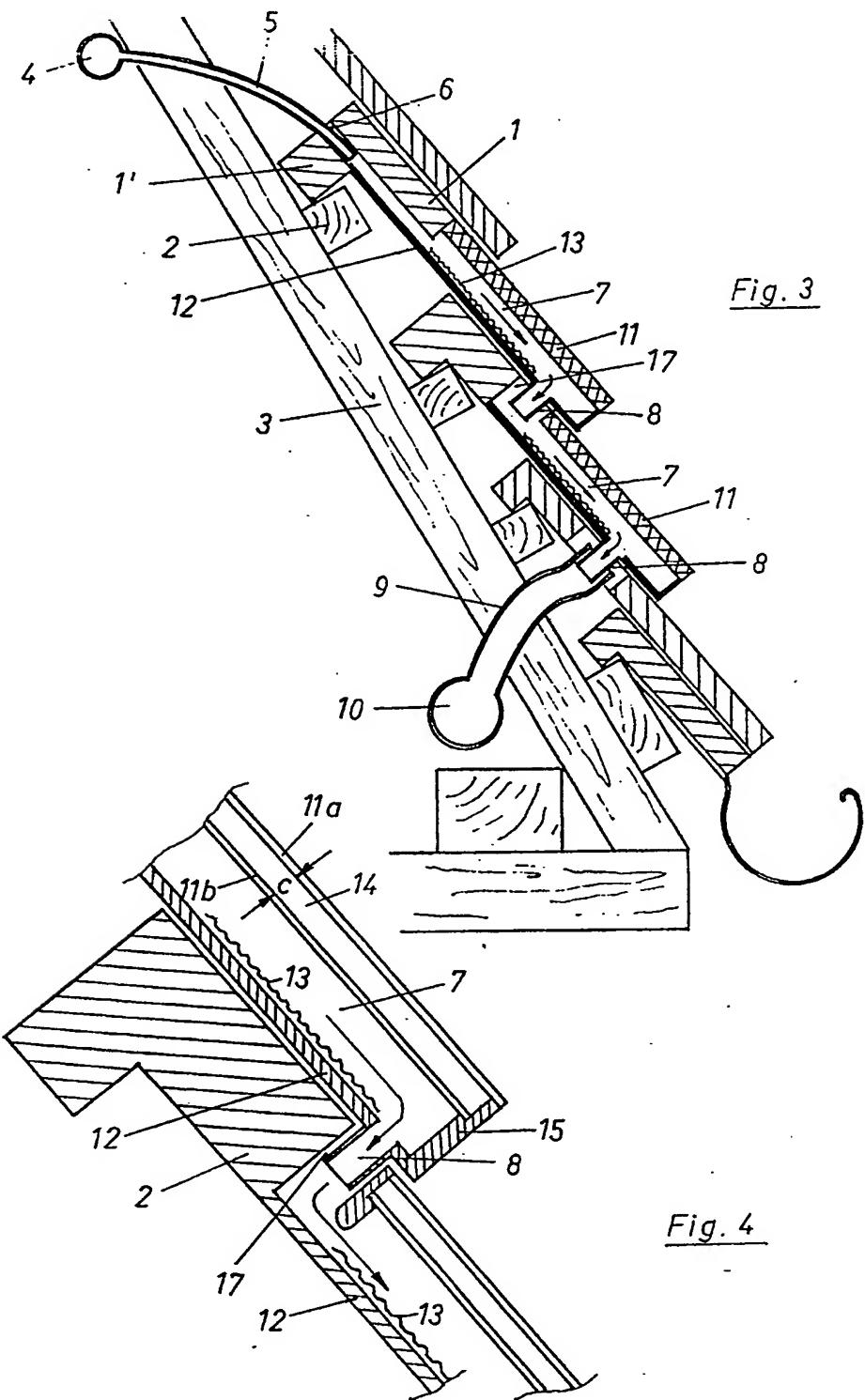


Fig. 2



2415178

PL. III/8

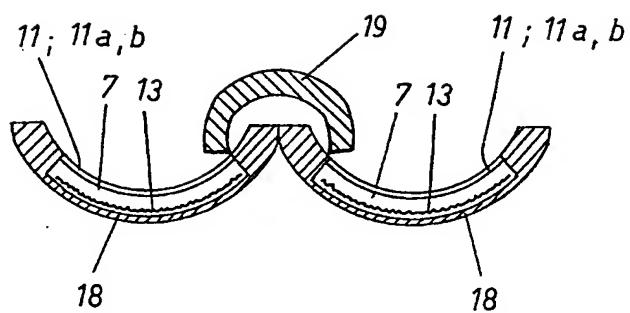


Fig. 5

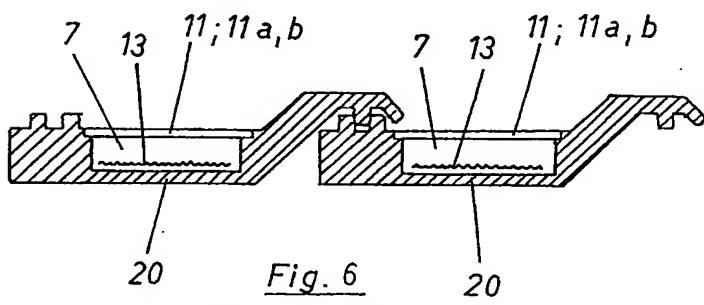


Fig. 6

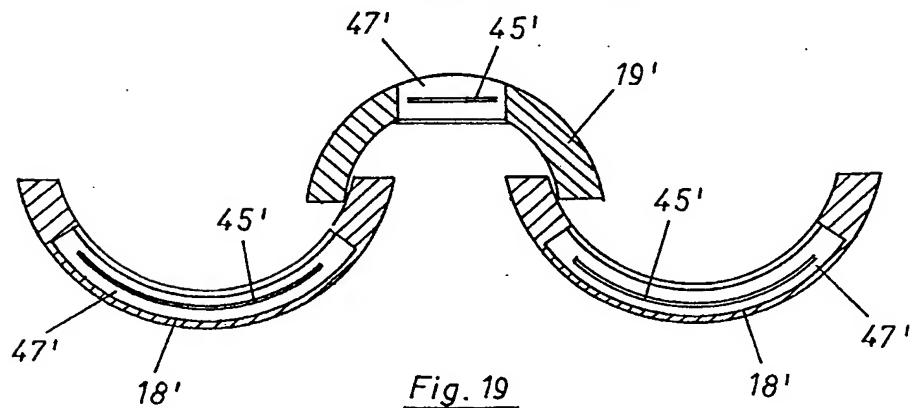


Fig. 19

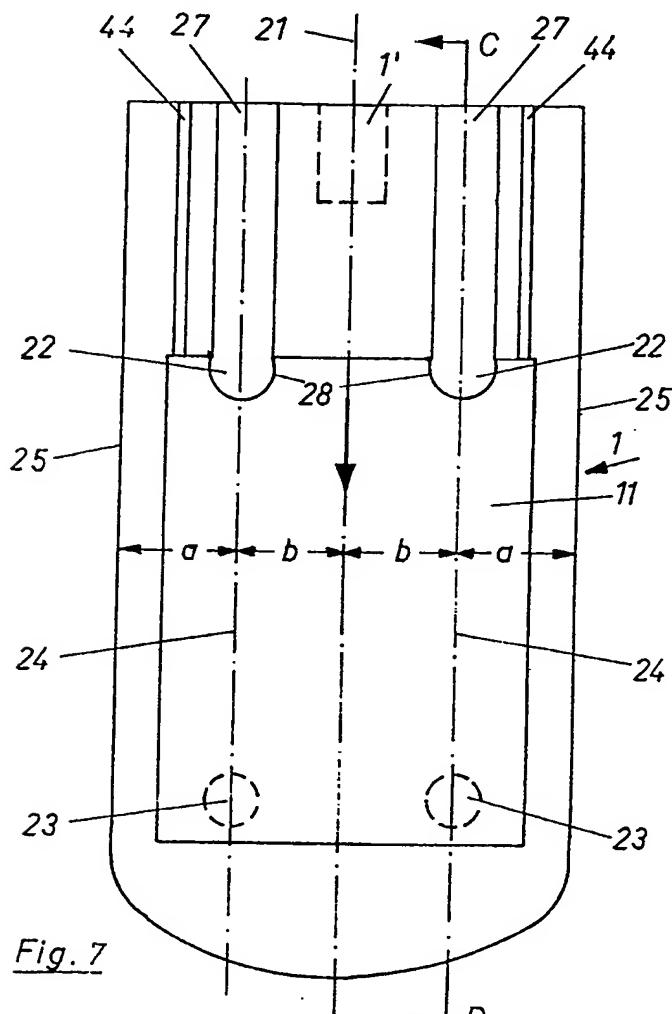


Fig. 7

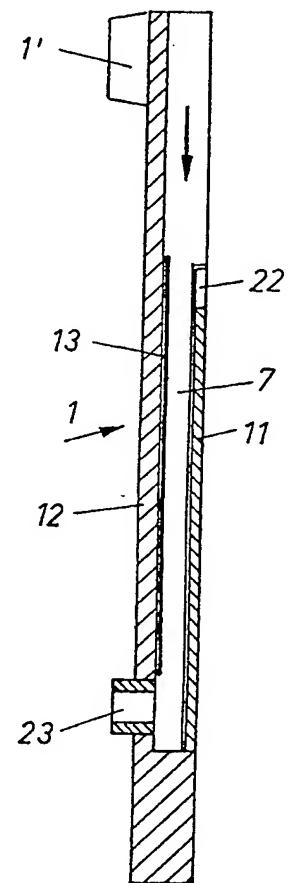


Fig. 8

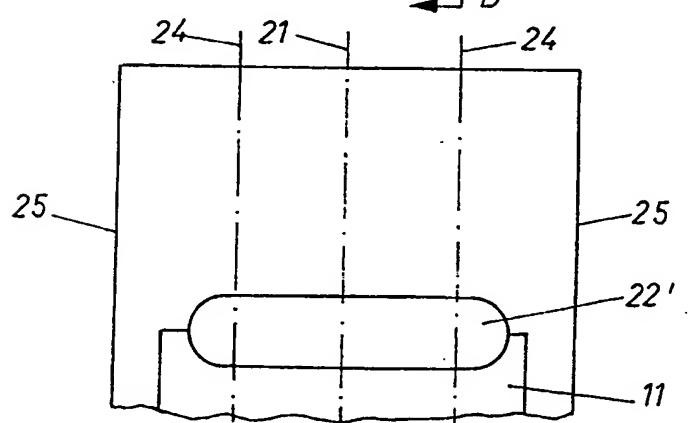


Fig. 9

PL. V/8

2415178

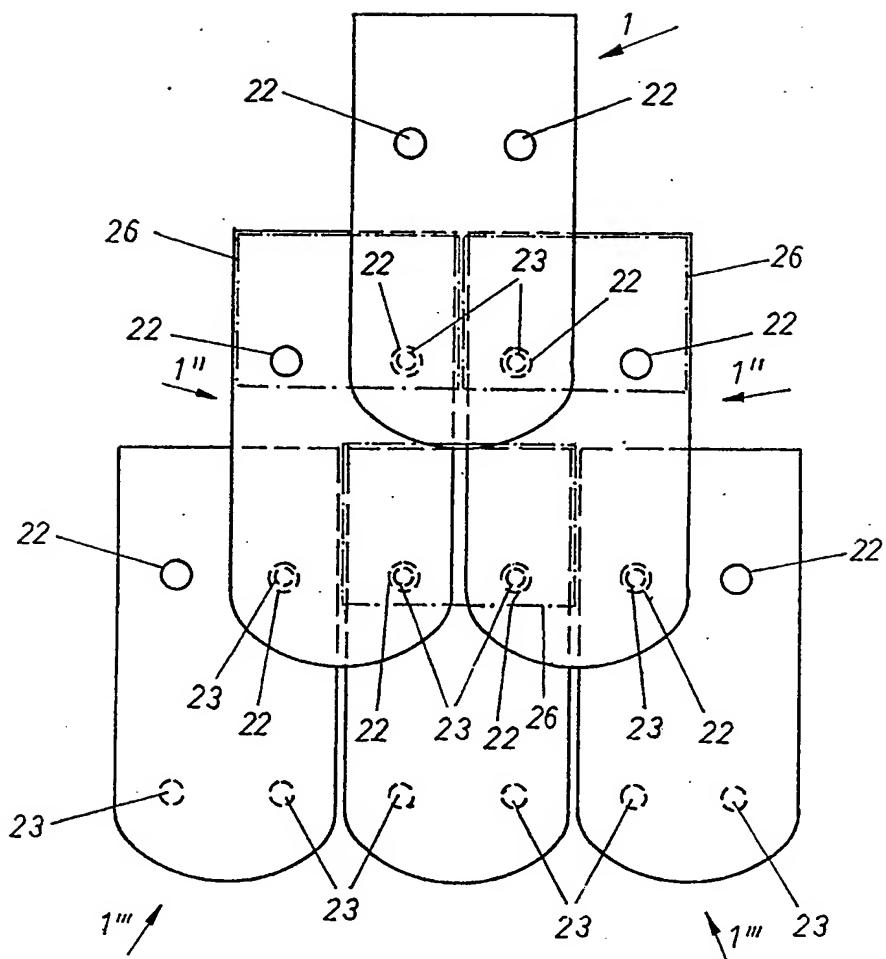


Fig. 10

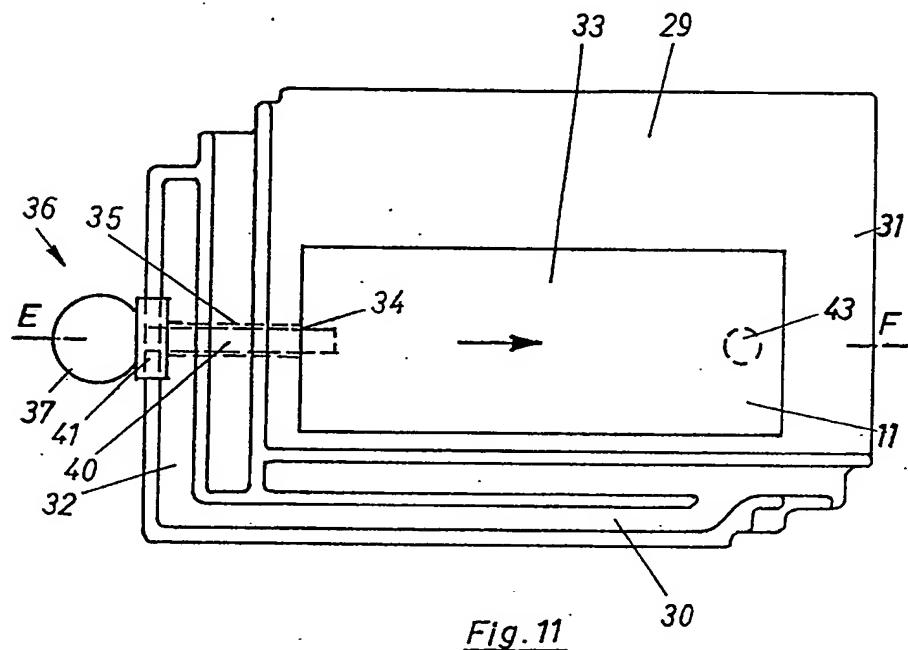


Fig. 11

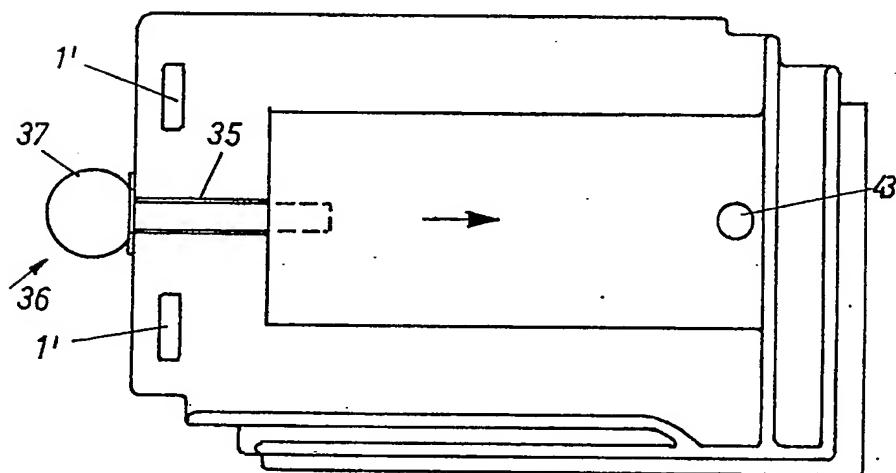


Fig. 12

